

**PENGARUH KECEPATAN PUTARAN SPINDEL TERHADAP
KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMESINAN CNC
ROUTER PADA PEMBUATAN SOUVENIR DENGAN MEDIA
MDF**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

FIFIN HERYANTO
D200110056

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KECEPATAN PUTARAN SPINDEL TERHADAP
KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMESINAN CNC
ROUTER PADA PEMBUATAN SOUVENIR DENGAN MEDIA
MDF**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

FIFIN HERYANTO

D200110056

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Bambang Waluyo F, ST, MT

NIK. 735

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KECEPATAN PUTARAN SPINDEL TERHADAP
KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMESINAN CNC
ROUTER PADA PEMBUATAN SOUVENIR DENGAN MEDIA
MDF**

OLEH

FIFIN HERYANTO
D2001110056

**Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 26 November 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji :

1. Bambang Waluyo F, ST., M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro,, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Dr. Ngafwan
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, MT.,PH.D
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 26 Januari 2020

Penulis



FIFIN HERYANTO
D200110056

PENGARUH KECEPATAN PUTARAN SPINDEL TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMESINAN CNC ROUTER PADA PEMBUATAN SOUVENIR DENGAN MEDIA MDF

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi rpm pada pembuatan souvenir hasil pemesinan *CNC milling router 3 axis* pada material mdf, terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan dalam satuan (Ra) mana yang hasilnya baik, dan pengaruh variasi *feed rate* terhadap waktu proses pemesinan. Penelitian ini menggunakan bahan mdf dan menggunakan mesin *CNC milling Router 3 axis* dengan *control mach3* proses pemesinan dilakukan dengan variasi rpm, dan pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat uji kekasaran (*Roughnes Tester* Tipe TR200 dengan standar ISO). Hasil penelitian menunjukkan variasi rpm menghasilkan tingkat kekasaran yang berbeda pada hasil pemesinan *CNC milling router 3 axis*, tingkat kekasaran permukaan pada proses pemesinan *CNC milling router 3 axis* dengan material mdf akan menghasilkan tingkat kekasaran antara N8 sampai dengan N9. Dari hasil pengujian dapat diketahui nilai kekasaran rata-rata (Ra) terbaik dari variasi rpm, didapatkan pada spesimen ke 3 dengan menggunakan kecepatan putar 9000 rpm dengan nilai kekasaran rata-rata 5,030 μm , dan untuk kekasaran rata-rata (Ra) total terbaik dari variasi rpm didapatkan nilai kekasaran rata-rata terbaik pada 9000 rpm dengan nilai kekasaran rata-rata sebesar 5,030 μm . Berdasarkan hasil pengukuran waktu rata-rata pada proses pembuatan souvenir menggunakan mesin *CNC router milling 3 axis* menggunakan rpm yang berbeda waktu tercepat didapat pada 9000 rpm dengan waktu 1803 detik.

Kata Kunci : Rpm, Mdf, CNC milling Router 3 axis, Kekasaran.

Abstract

This study aims to determine the effect of rpm variations on manufacturing machined souvenirs *CNC milling routers 3 axis* in mdf material, on the surface roughness produced in units (Ra) which results are good, and the effect of feed rate variations on the machining process time. This research uses mdf materials and uses *CNC milling machines. 3 axis routers* with mach3 control machining process are carried out with a rpm variation, and surface roughness testing using a roughness testing device (*Roughnes Tester* Type TR200 with ISO standard). The results showed that the feed rate variation produced different levels of roughness in the machining results of *CNC 3 axis router milling*, the level of surface roughness in the *CNC milling process of 3 axis routers* with mdf material will produce a roughness level between N8 and N9. From the test results it can be seen that the best average roughness (Ra) of the rpm variation, obtained in the third specimen using an rpm 9000 with an average roughness value of 5.030 μm , and for the

average roughness (Ra) the best total of the rpm variations obtained the best average roughness value at the rpm 9000 with an average roughness value of 5.030 μm . Based on the results of the average time measurement in the souvenir manufacturing process using the 3 axis CNC router milling machine using a different rpm the fastest time is obtained at the rpm 9000 with a time of 1803 seconds.

Keywords : Rpm, Mdf, CNC milling Router 3 axis, Roughness

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya usaha mikro, kecil, menengah (UMKM) khususnya pengrajin batik kayu yang berada didaerah klaten, dalam produksinya masih menemui beberapa kendala, membutuhkan waktu yang cukup lama untuk membuat sebuah kerajinan secara manual, sedangkan permintaan pasar semakin hari semakin tinggi baik itu pasar dalam negeri maupun pasar luar negeri. Untuk membuat sebuah miniatur mobil membutuhkan waktu satu hari, selain waktu yang lama hasil dari proses kerajinan secara manual tidak bisa seragam ukurannya. Untuk mengoptimalkan proses produksi kita dapat menggunakan mesin *milling cnc router 3-axis*.

Dalam proses pemesinan secara manual maupun CNC (*Computer Numerical Control*), *output* yang diharapkan adalah mampu melakukan proses pemesinan secara cepat dan skala yang besar dan spesifikasi geometri yang diharapkan. Namun pada hasil proses pemesinan sering terjadi kekasaran pada permukaan benda yang dikerjakan sangatlah berbeda. Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan. Oleh karena itu, untuk memperoleh produk bermutu berupa tingkat kepresisian yang tinggi serta kekasaran permukaan yang baik, perlu didukung oleh proses pemesinan yang tepat. Karakteristik kekasaran permukaan dipengaruhi oleh beberapa parameter pemotongan diantaranya yaitu kecepatan spindle (*spindle speed*), kedalaman potong (*Depth of cut*), alur pahat (*Tool path*), dan material benda kerjanya.(Dwi, 2016)

Karena mempunyai kelebihan dari mesin manual/konvensional alat yang di gunakan adalah Mesin *CNC milling router 3 axis*. Mesin *CNC milling router 3 axis* merupakan mesin perkakas yang digunakan untuk melakukan pemotongan benda kerja dengan pahat yang berputar pada sumbunya, permukaan yang dipotong baik berbentuk datar, sudut atau melengkung.

1.1 Tujuan Penelitian

- 1) Ada tidaknya pengaruh variasi kecepatan putar (*rpm*) terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja hasil pemesinan Mesin *CNC router Milling 3 axis* melalui uji kekasaran permukaan (*Surface roughness tester*).
- 2) Untuk mengetahui nilai (*Ra*) (μm) terbaik dari variasi kecepatan putar (*rpm*) terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja, dan untuk mengetahui (*Ra*) total hasil pemesinan Mesin *CNC router Milling 3 axis* melalui uji kekasaran permukaan (*Surface roughness tester*).
- 3) Untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar (*rpm*) terhadap waktu proses pemesinan, menggunakan mesin *CNC Router 3 axis*.

1.2. Batasan Masalah

Agar pembahasannya tidak terlalu luas dan menyimpang dari permasalahan, maka lingkup penelitian ini dibatasi sebagai berikut :

- 1) Material yang digunakan adalah MDF dengan tebal 9 mm. Pemilihan bahan didasarkan karena bahan umum digunakan untuk membuat *Souvenir*, harga relatif murah yang dapat dibeli di pasaran.
- 2) Proses pemesinan menggunakan *CNC Milling router 3 axis* dengan sistem control *mach 3*.
- 3) Pahat yang digunakan adalah SOLID103-013 ($\frac{1}{4} \times 3\text{mm}$)
- 4) Parameter pemesinan terdiri atas: kecepatan putaran spindle (*n*) sebesar 3000 (*rpm*), 6000 (*rpm*), 9000 (*rpm*), kecepatan pemakanan (*vf*) sebesar 8 mm/detik, kedalaman pemakanan (*a*) sebesar 3 (mm) dengan Panjang 240 mm, lebar 240 mm, dan tebal 9 mm.
- 5) Alur Pahat (*Tool path*) menggunakan *raster classic*.
- 6) Suhu ruangan pada proses pemesinan dianggap selalu konstan (25°C).

- 7) Arus *output* pada Mesin *CNC* router *Milling* 3 axis dianggap sesuai dengan parameter yang di *input* operator.
- 8) Analisis hanya dilakukan pada parameter pemesinan yang diaplikasikan.
- 9) Proses pengukuran dilakukan hanya pada kekasaran permukaan.
- 10) Analisa kekasaran permukaan dilakukan pada kekasaran rata-rata (*Ra*).

2. METODE

3.1 Alat Penelitian

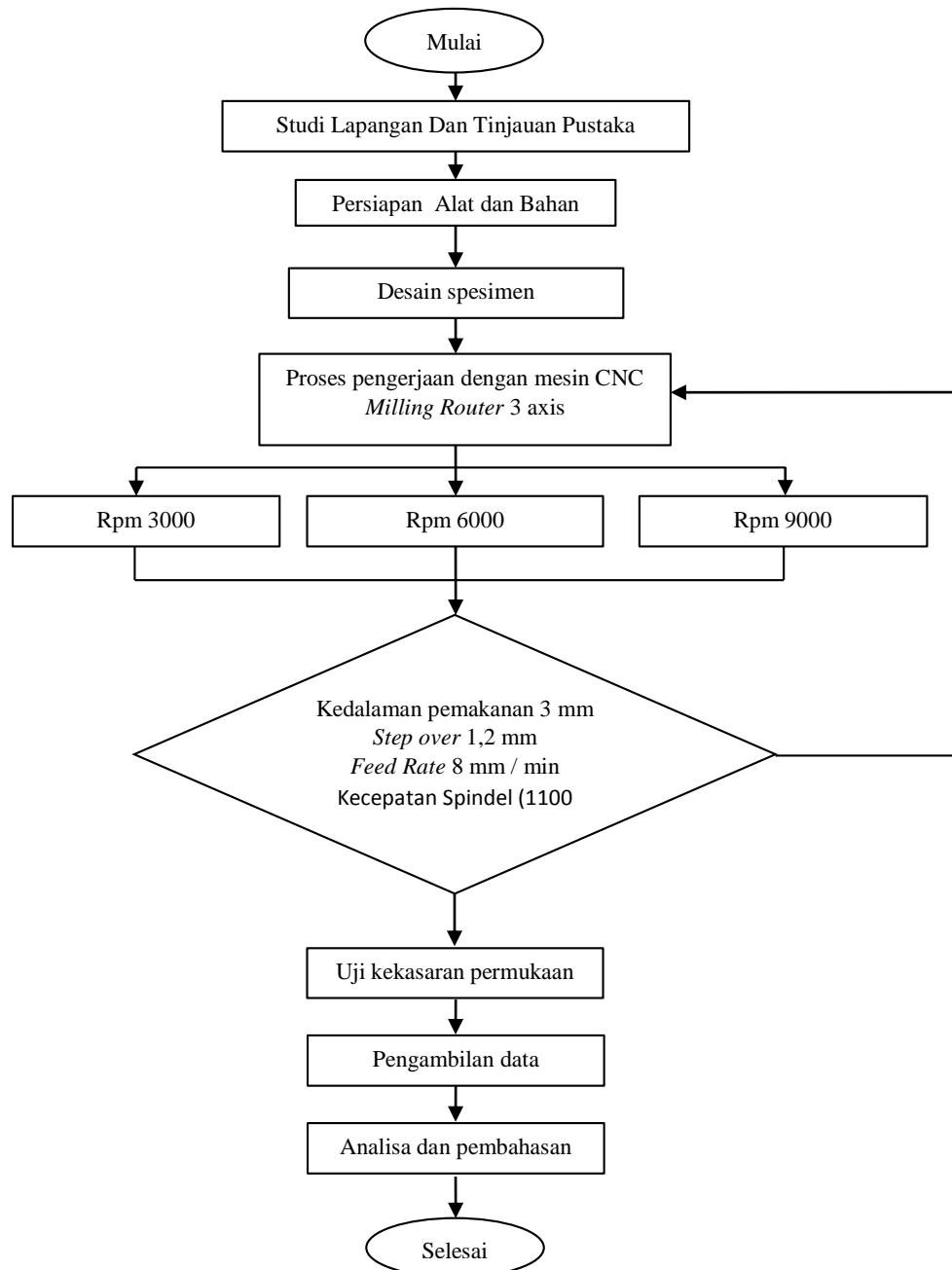
Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Satu set komputer
- 2) Mesin *CNC* milling Router 3 axis
- 3) Kunci pas
- 4) Jangka sorong
- 5) Dial Indikator
- 6) Pahat End Mill SOLID103-013 ($\frac{1}{4} \times 3mm$)
- 7) *Surface Roughness Tester type* TR200

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *MDF*, pemilihan material ini dikarenakan bila dibandingkan dengan material struktur lain, material kayu mempunyai berat jenis yang ringan dan proses pengerjaannya dapat dilakukan dengan peralatan yang sederhana dan ringan.

3.3 Diagram Alir Penelitian

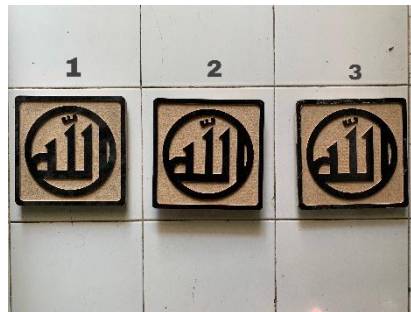


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil pemesinan dan waktu pemesinan

Hasil proses pemesinan menggunakan tool path *3D Offset*, *raster classic* dan *offset classic*.

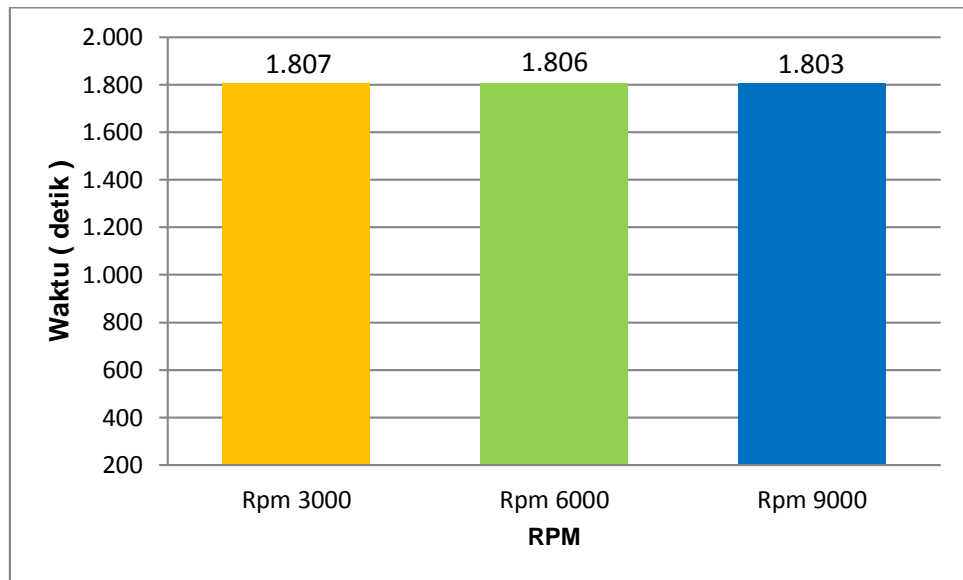


Gambar 2. Produk hasil pemesinan

Tabel 1. Waktu proses pemesinan

Spesimen	Step Over (mm)	Step Down (mm)	Kecepatan Spindel (Rpm)	Feed Rate (mm/menit)	Alur Pahat	Waktu Pemakanan
A1	1,2	3	3000	8	Raster Classic	1808 detik
A2						1809 detik
A3						1806 detik
Rata-rata						1807 detik
B1	1,2	3	6000	8	Raster Classic	1805 detik
B2						1808 detik
B3						1806 detik
Rata-rata						1806 detik
C1	1,2	3	9000	8	Raster Classic	1804 detik
C2						1805 detik
C3						1802 detik
Rata-rata						1803 detik

Berdasarkan hasil pengukuran waktu rata-rata pada proses pembuatan souvenir menggunakan mesin *CNC router milling 3 axis* menggunakan *rpm* yang berbeda didapatkan hasil *rpm* 3000 (1807 detik), *rpm* 6000 (1806 detik), dan *rpm* 9000 (1803 detik). Gambar 3 menunjukkan bahwa proses pemesinan tercepat didapatkan pada *rpm* 9000 dengan waktu 1803 detik.



Gambar 3. Grafik pengaruh rpm terhadap waktu proses pemesinan dengan *feedrate* 8 mm/menit

3.2 Uji Kekasaran

Pengujian kekasaran permukaan (*Surface Roughness Test*) dilakukan dengan menggunakan alat *Surface Roughness Tester type* TR200 milik jurusan teknik mesin di Lab. CATIA Teknik Mesin UMS. Alat ini kompatibel dengan empat standar dunia yaitu ISO, DIN, ANSI, dan JIS.

Dalam dunia industri, permukaan benda kerja memiliki nilai kekasaran permukaan yang berbeda, sesuai dengan kebutuhan dari alat tersebut. Nilai kekasaran permukaan berbeda, sesuai dengan kebutuhan dari alat tersebut. Nilai kekasaran permukaan memiliki nilai kualitas (N) yang berbeda. Nilai kualitas kekasaran permukaan telah diklarifikasikan oleh ISO dimana yang paling kecil adalah N1 yang memiliki nilai kekasaran 0,025 μm . Pengukuran kekasaran permukaan diperoleh dari sensor pergerakan *stylus* berbentuk *diamond* untuk bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat *indicator* pengukur kekasaran permukaan benda uji.

Angka kekasaran dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Angka kekasaran Permukaan Menurut ISO atau DIN 4763:1981

Tabel 2. Angka kekasaran permukaan menurut ISO atau DIN

Kelas	Harga	Toleransi	Panjang Sampel
Kekasaran	Ra (μm)	(μm)	(mm)
N12	50	37,5 - 75	8
N11	25	18,5 - 37,5	
N10	12,5	9,6 - 18,5	2,5
N9	6,3	4,8 - 9,6	
N8	3,2	2,4 - 4,8	0,8
N7	1,6	1,2 - 2,4	
N6	0,8	0,6 - 1,2	
N5	0,4	0,3 - 0,6	
N4	0,2	0,15 - 0,3	0,25
N3	0,1	0,08 - 0,15	
N2	0,05	0,04 - 0,08	
N1	0,025	0,02 - 0,04	0,08

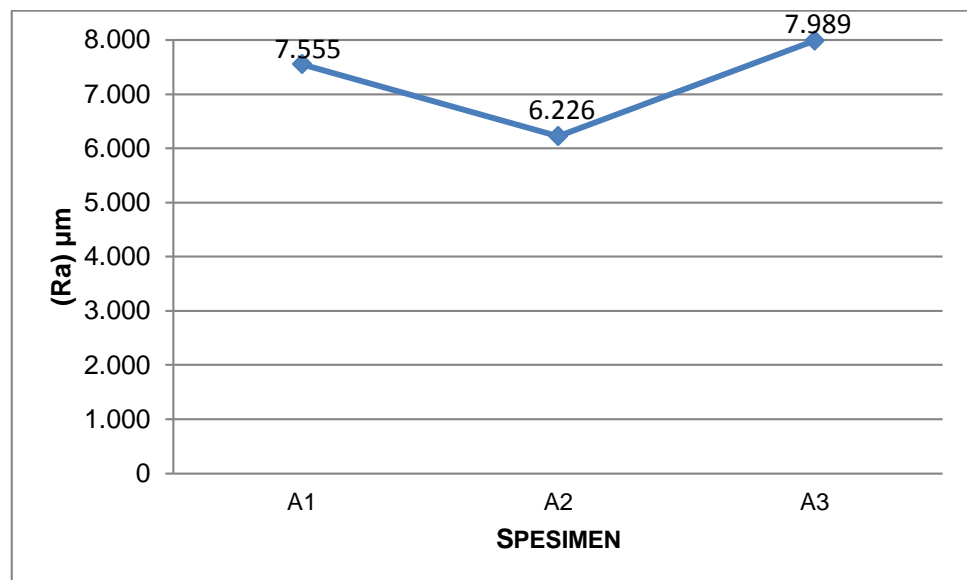
(Sumber :Arif, 2012 : 62)

3.3 Data hasil pengujian kekasaran *rpm* 3000, *feedrate* 8 mm/menit, dan alur pahat *raster classic*

Tabel 3. Hasil pengukuran kekasaran dengan *rpm* 3000, *feedrate* 8 mm/menit, dan alur pahat raster classic

Spesimen	Titik pengukuran	Step Down (mm)	Kecepatan Spindel (Rpm)	Feed Rate (mm/menit)	Alur Pahat	(Ra) μm
A1	-A	3	3000	8	Raster Classic	9,211
	0					5,804
	A					7,650
Rata-rata						7,555
A2	-A	3	3000	8	Raster Classic	6,935
	0					6,602
	A					5,142
Rata-rata						6,226
A3	-A	3	3000	8	Raster Classic	9,116
	0					4,793
	A					10,060
Rata-rata						7,989
Rata-rata (Ra)						7,256

Pada proses pemesinan menggunakan *rpm* 3000 menghasilkan kekasaran pada spesimen A1 sebesar 7,555 μm , A2 sebesar 6,226 μm , dan A3 sebesar 7,989 μm . Sedangkan rata-rata kekasaran (*Ra*) didapatkan hasil sebesar 7,256 μm . Pengaruh proses pemesinan terhadap kekasaran permukaan menggunakan *rpm* 3000 dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. grafik kekasaran permukaan hasil pemesinan menggunakan *rpm* 3000, dengan *feedrate* 8 mm/menit pada masing-masing spesimen.

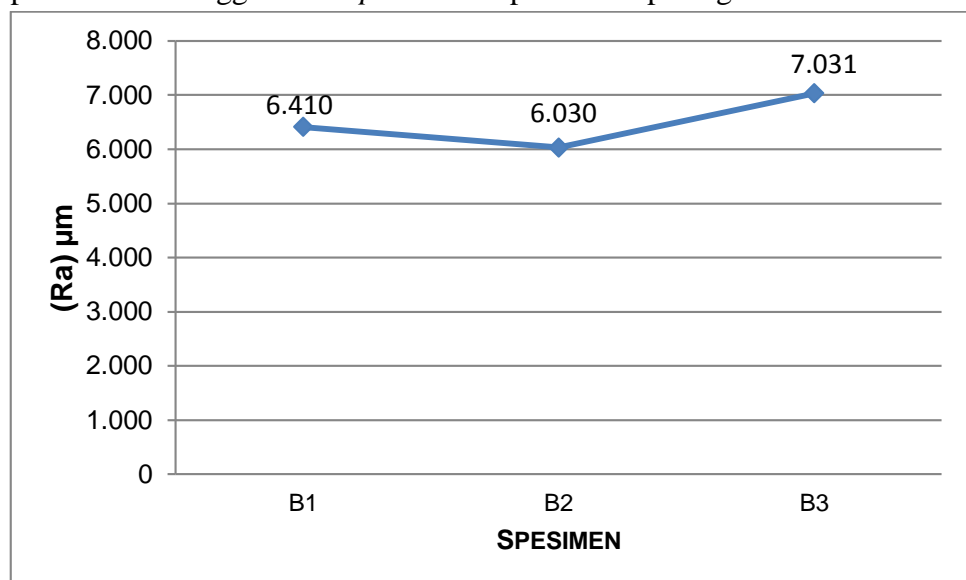
3.4 Data hasil pengujian kekasaran *rpm* 6000, *feedrate* 8 mm/menit, dan alur pahat *raster classic*

Tabel 4. Hasil pengukuran kekasaran dengan *rpm* 6000, *feedrate* 8 mm/menit, dan alur pahat raster classic

Spesimen	Titik pengukuran	Step Down (mm)	Kecepatan Spindel (Rpm)	Feed Rate (mm/menit)	Alur Pahat	(Ra) μm
B1	-A	3	6000	8	Raster Classic	6,135
	0					5,977
	A					7,118
Rata-rata						6,410
B2	-A	3	6000	8	Raster Classic	6,865
	0					5,903
	A					5,322
Rata-rata						6,030

B3	-A	3	6000	8	Raster Classic	7,114
	0					5,667
	A					8,314
Rata-rata						7,031
Rata-rata (Ra)						6,490

Pada proses pemesinan menggunakan *rpm* 6000 menghasilkan kekasaran pada spesimen B1 sebesar 6,410 μm , B2 sebesar 6,030 μm , dan B3 sebesar 7,031 μm . Sedangkan rata-rata kekasaran (Ra) didapatkan hasil sebesar 6,490 μm . Pengaruh proses pemesinan terhadap kekasaran permukaan menggunakan *rpm* 6000 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. grafik kekasaran permukaan hasil pemesinan menggunakan *rpm* 6000, dengan *feedrate* 8 mm/menit pada masing-masing spesimen.

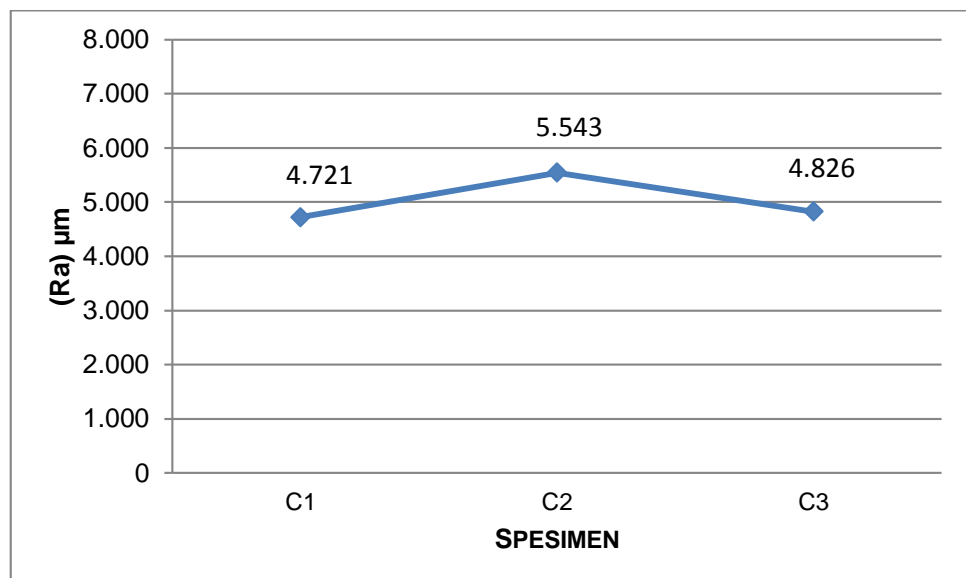
3.5 Data hasil pengujian kekasaran *rpm* 9000, *feedrate* 8 mm/menit, dan alur pahat *raster classic*

Tabel 5. Hasil pengukuran kekasaran dengan *rpm* 9000, *feedrate* 8 mm/menit, dan alur pahat *raster classic*

Spesimen	Titik pengukuran	Step Down (mm)	Kecepatan Spindel (Rpm)	Feed Rate (mm/menit)	Alur Pahat	(Ra) μm
C1	-A	3	9000	8	Raster Classic	3,726
	0					5,067
	A					5,370
Rata-rata						4,721

C2	-A	3	9000	8	Raster Classic	4,464
	0					5,984
	A					6,183
Rata-rata						5,543
C3	-A	3	9000	8	Raster Classic	4,775
	0					5,018
	A					4,686
Rata-rata						4,826
Rata-rata (Ra)						5,030

Pada proses pemesinan menggunakan *rpm* 9000 menghasilkan kekasaran pada spesimen C1 sebesar 4,721 μm , C2 sebesar 5,543 μm , dan C3 sebesar 4,862 μm . Sedangkan rata-rata kekasaran (Ra) didapatkan hasil sebesar 5,030 μm . Pengaruh proses pemesinan terhadap kekasaran permukaan menggunakan *rpm* 9000 dapat dilihat pada gambar 6.

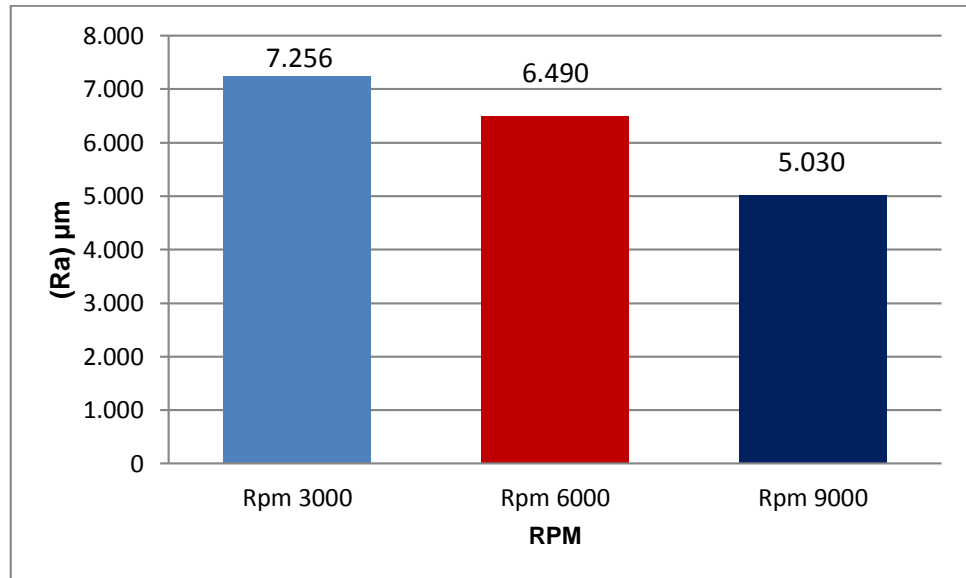


Gambar 6. grafik kekasaran permukaan hasil pemesinan menggunakan *rpm* 9000, dengan *feedrate* 8 mm/menit pada masing-masing spesimen.

3.6 Pengaruh *rpm* terhadap rata-rata kekasaran (Ra) permukaan menggunakan *rpm* 3000, *rpm* 6000, *rpm* 9000

Berdasarkan pengujian kekasaran permukaan rata-rata pada benda kerja hasil pemesinan Mesin *CNC router Milling 3 axis*, menggunakan *rpm* yang berbeda melalui uji kekasaran permukaan (*Surface Roughness Tester*) didapatkan hasil *rpm* 3000 sebesar 7,252 μm , *rpm* 6000 sebesar

6,490 μm , dan *rpm* 9000 sebesar 5,030 μm . Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai kekasaran permukaan terbaik didapatkan pada *rpm* 9000 dengan nilai kekasaran rata-rata sebesar 5,030 μm .



Gambar 7 grafik pengaruh proses pemakanan terhadap kekasaran rata-rata permukaan menggunakan *rpm* 3000, *rpm* 6000, *rpm* 9000, dengan *feedrate* 8 mm/menit

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa pengujian serta pembahasan data yang diperoleh, dapat disimpulkan :

- a. Variasi *rpm* memiliki pengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan, tingkat kekasaran rata-rata terendah didapatkan menggunakan *rpm* 9000, dan tingkat kekasaran tertinggi didapatkan menggunakan *rpm* 3000.
- b. Dari hasil pengujian dapat diketahui nilai kekasaran rata-rata (*Ra*) terbaik dari variasi *rpm*, didapatkan pada spesimen ke 3 dengan menggunakan *rpm* 9000 dengan nilai kekasaran rata-rata 4,721 μm , dan untuk kekasaran rata-rata (*Ra*) total terbaik dari variasi *rpm*, didapatkan nilai kekasaran rata-rata terbaik pada *rpm* 9000 dengan nilai kekasaran rata-rata sebesar 5,030 μm yang termasuk dalam nilai kekasaran rata-rata N9.
- c. Berdasarkan hasil pengukuran waktu rata-rata pada proses pembuatan souvenir menggunakan mesin *CNC milling router 3 axis* menggunakan *rpm* yang berbeda, waktu tercepat didapat pada *rpm* 9000 dengan waktu 1803 detik.

4.2 Saran

Dari keseluruhan proses penelitian ini penulis mempunyai saran yang perlu diperhatikan, diantaranya :

- a. Pada proses penelitian ini penggunaan material, sebaiknya di perhatikan ukurannya sehingga dapat menghemat biaya.
- b. Pada proses penelitian ini ketajaman pahat perlu diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap kekasaran hasil proses pemesinan.
- c. Sebelum melakukan proses penelitian sebaiknya mesin yang akan digunakan dikalibrasi terlebih dahulu agar hasil yang dihasilkan mendekati sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Arafat, Husni. 2019, “Pengaruh Kecepatan Spindel Terhadap Hasil Pemesianan Retrofit *CNC* Bubut BV 20L Dengan Variasi 300RPM, 500RPM, 700RPM”, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Effendi, R. 2001, “Kajian Tekno-Ekonomi Industri MDF (*Medium Density Fibreboard*)”, Info Sosial Ekonomi Vol. 2 No.2 pp. 103-112 Samarinda, Kalimantan Timur.
- Kuspriyanto. 2011, “Mesin CNC”, Jurnal Departemen Teknologi Elektro, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Mulyadi. 2009, “Analisa Pengaruh Putaran Spindel Dan Kecepatan Makan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja SCM 4 Pada Proses Milling”, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Pranjono, dkk. 2013, “Pengukuran Kekasaran Permukaan Tutup Kelongsong Dari Zirkaloi Menggunakan Alat Roughness Tester Surtronic-25” , Bidang Bahan Bakar Nuklir, Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN)- Batan, Serpong.
- Setiawan, Muhammad Riski. 2016, “Optimasi Pembuatan Mobil Kayu Dengan Mesin *CNC Router 3 Axis* Pada Industri Batik Kayu”, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sutrisna, K. Nugraha. P.N, Dantes. R, 2017, “Pengaruh Variasi Kedalaman Potong Dan Kecepatan Putar Mesin Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Bahan Baja ST 37”, Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin (JJPTM) Vol: 8 No 2.